

УДК 611.718.4-008.6-089.163:616.748-007.24

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПОДОГРАФИИ У БОЛЬНЫХ КОКСАРТРОЗОМ С ДЕФОРМАЦИЕЙ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПЕРЕД ОПЕРАЦИЕЙ РЕКОНСТРУКТИВНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Долганова Т.И., Тряпичников А.С., Щурова Е.Н.

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, e-mail: office@ilizarovl.ru

Проведен сравнительный анализ клинической оценки подографии у 17 больных коксартрозом с деформацией бедренной кости на предоперационном этапе. Для анализа полученных данных выделены две группы пациентов: 1 – при ходьбе не использовали дополнительные средства опоры (6 человек); 2 – при ходьбе использовали дополнительные средства опоры (11 человек). В зависимости от количества регистрируемых типов компенсаторных опорных реакций стоп выделено четыре степени декомпенсации их локомоторного стереотипа. Степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп у больных коксартрозом с деформацией бедренной кости не коррелирует с клиническими проявлениями заболевания. Подография является дополнительным критерием в оценке тяжести заболевания и методикой скрининга для больных коксартрозом перед планируемой операцией эндопротезирования тазобедренных суставов. Слабая функция средней и малой ягодичных мышц с соответствующим нарушением активного отведения бедра сопровождается регистрацией IV типа декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп, что можно рассматривать как дополнительный критерий показания к углубленному обследованию функционального статуса мышц нижних конечностей (динамометрия, электромиография).

**Ключевые слова:** коксартроз, деформация бедренной кости, подография, сила мышц

## THE DIAGNOSTIC PODOGRAPHY IN PATIENTS WITH HIP OSTEOARTHRITIS COMBINED WITH FEMORAL DEFORMITY PRIOR TOTAL HIP ARTHROPLASTY

Dolganova T.I., Tryapichnikov A.S., Schurova E.N.,

Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”» of the RF Ministry of Health, Kurgan, e-mail: office@ilizarovl.ru

The primary purpose of this study was to performed a comparative analysis of clinical assessment podography coxarthrosis in 17 patients with deformity of the femur in the preoperative phase. We have identified two groups of patients for analysis: eleven people used the means of support while walking and six people walk without the means of support. Depending on the number of registered types of compensatory support feet-reactions allocated four degrees of decompensation of their locomotory stereotypes. Degree of decompensation of locomotory stereotype does not correlate with the clinical manifestations of the disease. Podography is an additional criterion severity of the disease and methods of screening for patients with coxarthrosis before total hip replacement. We measured static and dynamic parameters of walking on ground force plate. Depending on quantity of the registered types of compensatory reactions of feet four degrees of a decompensation of their locomotory stereotype are allocated. Weakness gluteus minimus muscle and gluteus medius muscle accompanied by the registration of type IV decompensation of locomotory stereotype support feet-reaction.. Therefore, our results showed that the podografiya is additional criterion in an for in-depth examination of the functional status of the muscles of the lower extremities.

**Keywords:** hip osteoarthritis (OA), femoral deformity, ground force plate, gait analysis

Основные клинические критерии оценки походки у больных коксартрозом в сочетании с деформацией бедренной кости включают: выраженность хромоты, использование дополнительных средств опоры (костыли, трость), наличие или отсутствие симптома Тренделенбурга, а также расстояние, проходимое больным без остановки. При этом, оценивая функциональное состояние конечности, принято описывать качественные клинические изменения опорно-двигательного аппарата: болевые ощущения в суставах, скелетных мышцах, наличие патологической подвижности и деформации, нарушение функции суставов, объем совершаемых движений.

Появившиеся в последние годы компьютеризированные комплексы позволяют выявлять и количественно оценивать не только патологические отклонения в двигательных актах, но и качество и структуру движений, особенно ходьбы [4, 8].

В зависимости от тяжести поражения опорно-двигательной системы локомоторный стереотип пациентов претерпевает значительные изменения: меняются временные и силовые характеристики опорных реакций стоп, их циклические характеристики становятся нестабильными и начинают значительно варьировать [6]. Сложность оценки результатов лечения по количественным показателям биомеханики походки

у больных коксартрозом в сочетании с деформацией бедренной кости заключается в том, что многие из них (63%) до лечения используют дополнительные средства опоры постоянно или при ходьбе на длительные расстояния. Сравнение полученных параметров после лечения, когда пациенты ходят без дополнительных средств опоры, с данными до лечения, когда они использовали дополнительные средства опоры, неправомерно.

Сравнительный анализ результатов подографии и клинической оценки локомоторных возможностей пациентов до эндопротезирования позволит расширить клинические параметры оценки функционального состояния нижних конечностей дополнительными количественными критериями по данным подографии [7].

**Цель исследования** – оценка диагностической информативности подографии у больных коксартрозом в сочетании с деформацией бедренной кости перед операцией реконструктивного эндопротезирования.

#### Материалы и методы исследования

Проведен сравнительный анализ клинической оценки локомоторных возможностей пациентов и результатов подографии у 17 больных (средний возраст  $41,7 \pm 1,7$  лет) коксартрозом в сочетании с деформацией бедренной кости до оперативного лечения.

Все пациенты предъявляли жалобы на боли в тазобедренном суставе во время и после нагрузки. У всех было выявлено ограничение объема движений в тазобедренных суставах. Чаще всего (88% наблюдений, 15 пациентов) регистрировалось ограничение сгибания и отведения и у всех регистрировалось ограничение внутренней ротации в тазобедренном суставе. Функциональное укорочение конечности от 1 до 4,5 см выявлено в 13 случаях. Средняя величина функционального укорочения составила  $3,2 \pm 0,5$  см.

Для анализа полученных данных выделены две группы пациентов.

1. При ходьбе не использовали дополнительные средства опоры (6 человек). Клинически у них регистрировали ограничение объема движения в тазобедренном суставе. Отведение в суставе было ограничено до  $10-15^\circ$ , а у 2 пациентов наблюдалась приводящая установка конечности (отведение не более  $5^\circ$ ). У пяти больных отмечалась выраженная гипотрофия мышц бедра. Окружность бедра в верхней и средней трети была на 4–6 см меньше, чем с контрлатеральной стороны. Средняя величина относительного укорочения составила  $2,5 \pm 0,6$  см.

2. При ходьбе использовали дополнительные средства опоры (11 человек). В данной группе сгибание и отведение бедра также было ограничено. Гипотрофия мышц бедра наблюдалась у 6 больных. Окружность бедра в верхней и средней трети была на 1–3 см меньше, чем с контрлатеральной стороны. Средняя величина относительного укорочения составила  $3,5 \pm 0,37$  см.

Оценка статических и динамических параметров ходьбы производилась с помощью комплекса «ДиаСлед-Скан» (г. Санкт-Петербург). Проходимая дистанция составляла 10 метров. Рассчитывалось

давление на различные точки стопы при стоянии и при ходьбе. Во время ходьбы определялись длительность периода переката через стопу, периода переноса конечности над опорой, двуопорный период шага, время достижения пика переднего и заднего толчков, демпферного провала. Относительно массы тела определялась величина пиков переднего и заднего толчков, демпферного провала (в %). Оценивалась максимальная нагрузка ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ) на отделы стопы, продольные и поперечные девиации шага [4]. Количественные параметры опорных реакций стоп определялись у пациентов при ходьбе с и (по возможности) без дополнительных средств опоры.

В работе приводится средняя арифметическая ( $M$ ), ошибка средней ( $m$ ) и число наблюдений ( $n$ ), равное числу обследованных.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В зависимости от степени вовлечения в процесс различных отделов опорно-двигательного аппарата определены уровни компенсации.

У всех обследованных нами пациентов регистрировались две основные группы механизмов компенсации:

- механизмы компенсации относительно укороченной длины конечности;
- общие компенсаторные механизмы, к которым относятся:

– перераспределение функций (здоровая конечность выполняет преимущественно функцию опоры, а больная – преимущественно функцию переноса),

– функциональное копирование (здоровая конечность копирует функцию больной с целью уменьшения функциональной асимметрии),

– обеспечение оптимума (изменение функции здоровой конечности дает возможность больной двигаться в режиме, максимально приближенном к нормальному).

У всех пациентов в процесс компенсации вовлекался уровень таза и поясничного отдела позвоночника. В этом случае таз выполняет роль балансира-компенсатора, а поясничный отдел позвоночника восполняет его колебания, оставляя верхнюю часть туловища относительно стабильной. При невозможности сохранения стабильности привлекаются движения вышележащего уровня туловища и верхних конечностей. Использование для балансировки движений этого уровня – последняя возможность сохранения баланса тела за счет собственных ресурсов. Дальнейшее углубление двигательной патологии приводит к необходимости использования средств дополнительной опоры. Среди обследованных пациентов дополнительными средствами опоры пользовались 11 человек (65%).

При ходьбе с дополнительными средствами опоры у больных коксартрозом с деформацией бедренной кости регистрируются признаки снижения способности сохранения устойчивого баланса тела при ходьбе: увеличение длительности двуопорного периода ходьбы более 0,10 с; «одногоорбый» тип кривой цикла шага за счет отсутствия дифференцировки переднего и заднего толчков, отсутствие переката через стопу. У 9 пациентов (88%) дополнительные средства опоры позволяют сохранить симметричность походки без увеличения вариабельности шага, у 2 пациентов (12%) и при использовании дополнительных средств опоры симметричность ходьбы нарушена с преимущественным нагружением здоровой конечности. Асимметрия нагружения стоп увеличена и в статике и при ходьбе за счет опоропредпочтения здоровой конечности. Здоровая конечность выполняет преимущественно функцию опоры, а больная – преимущественно функцию переноса конечности. В 64% наблюдений (7 пациентов) продолжительность переката через стопу больной конечности уменьшена на 10% и более, передний, задний толчки не дифференцируются. В 36%

наблюдений (4 пациента) асимметрия силы заднего толчка превышает 30%.

Слабая или полностью отсутствующая функция средней и малой ягодичных мышц является причиной переваливающейся «утиной» походки. У 2 пациентов (12%) – на подограммах регистрируется отсутствие типичного рисунка проекции ОЦД при ходьбе в виде «бабочки» [3].

При ходьбе без дополнительных средств опоры асимметрия временных параметров цикла шага регистрируется в 66% наблюдений за счет более щадящего режима опоры на конечность при сохранении равномерного нагружения стоп при ходьбе.

Регистрируемые типы компенсаторных реакций стоп у больных коксартрозом в сочетании с деформацией бедренной кости не имели специфического диагностического значения и в разной степени проявлялись в локомоторных стереотипах в зависимости от индивидуальных особенностей пациентов. Частота регистрации компенсаторных элементов активности в локомоторных стереотипах опорных реакций стоп при ходьбе с дополнительными средствами опоры и без них представлена в таблице.

Частота регистрации компенсаторных элементов локомоторных стереотипов опорных реакций стоп при ходьбе у больных коксартрозом в сочетании с деформацией бедренной кости

	Группа с ДСО <i>n</i> = 11	Группа без ДСО <i>n</i> = 6
Снижение темпа ходьбы	<b>6 (54,5 %)</b>	2 (33,3 %)
Асимметрия временных параметров цикла шага более 10%	5 (45,5 %)	<b>4 (66,6 %)</b>
Увеличение длительности двуопорного периода ходьбы более 0,10 с	<b>6 (54,5 %)</b>	–
Асимметрия силовых параметров цикла шага (более 30%)	<b>6 (54,5 %)</b>	<b>4 (66,6 %)</b>
Отношение заднего толчка к переднему менее 1,0	4 (36,3 %)	1 (16,6 %)
Отсутствие демпферного провала	<b>11 (100 %)</b>	<b>6 (100 %)</b>
Увеличение вариабельности шага более 20%	2 (18,2 %)	3 (50,0 %)
Асимметрия длины траектории ЦД более 10%	<b>7 (63,6 %)</b>	<b>5 (83,3 %)</b>
Асимметрия нагружения стоп в статике более 30%	<b>8 (72,7 %)</b>	<b>4 (66,6 %)</b>
Асимметрия нагружения стоп при ходьбе более 30%	<b>6 (54,5 %)</b>	–
Увеличение площади девиации ОЦД более 40 усл. ед.	2 (18,2 %)	1 (16,6 %)
ОЦД не определяется при ходьбе	2 (18,2 %)	–
На участке демпферного провала дополнительная волна	3 (27,3 %)	–
Нарушения амортизационного подгибания коленного сустава	2 (18,2 %)	1 (16,6 %)
Компенсаторная реакция использования пальцевой зоны	–	2 (33,3 %)
Выражена циклическая вариабельность опорных реакций	1(9,1 %)	2 (33,3 %)
Передний, задний толчки не дифференцируются – «одногоорбый» тип кривой цикла шага	<b>7 (63,6 %)</b>	3 (50,0 %)

Примечание. Указано количество наблюдений и (%) в выборке.

Диагностически значимыми считали те компенсаторные элементы, частота регистрации которых была более 50%. У всех пациентов диагностически значимыми явились критерии, отражающие болевой синдром, ограничение опорной реакции конечностей за счет уменьшения разгибания в тазобедренном суставе и снижения ресурсной функция нижних конечностей:

- ✓ асимметрия нагружения стоп в статике более 30%;
- ✓ асимметрия силовых параметров цикла шага более 30%;
- ✓ асимметрия длительности переката через стопу более 10%;
- ✓ отсутствие демпферного провала на графике суммарной нагрузки на стопы при ходьбе.

Наибольшее количество компенсаторных элементов в локомоторных стереотипах опорных реакций стоп при ходьбе регистрируется у больных коксартрозом и сопутствующей дугообразной деформацией бедра без выраженной вершины. У них, при сниженном темпе ходьбы, выражена асимметрия временных и силовых параметров цикла шага, длительности переката через стопу и нагружения стоп в статике и при ходьбе, увеличена вариабельность шага и длительность двуопорного периода ходьбы, отсутствует регистрация демпферного провала, переднего и заднего толчков, «одногогорбый» тип кривой графика суммарной нагрузки на стопы при ходьбе.

Наименьшее количество компенсаторных элементов в локомоторных стереотипах опорных реакций стоп при ходьбе регистрируется у больных коксартрозом с большим углом деформации бедра и длинным проксимальным фрагментом. У них сохранен нор-

мальный темп ходьбы, но имеет место асимметрия силовых параметров цикла шага, компенсаторное увеличение вариабельности шага, отсутствие демпферного провала; выражена асимметрия нагружения стоп в статике, но отсутствует при ходьбе, что является результатом ранее выполненных реконструктивных вмешательств, которые, в свою очередь, являются причиной деформации.

Количество регистрируемых типов компенсаторных реакций стоп определяет степень декомпенсации их локомоторного стереотипа [2]. Отсутствие или регистрация только единичного компенсаторного элемента опорных реакций стоп при ходьбе расценивалась как отсутствие декомпенсации локомоторного стереотипа (0 степень). Регистрация двух-трех компенсаторных элементов (типов) опорных реакций стоп соответствует I степени декомпенсации локомоторного стереотипа, при II степени – четыре-пять компенсаторных элемента, при III степени – шесть-семь компенсаторных элементов, при IV степени – восемь и более компенсаторных элементов опорных реакций стоп.

У больных коксартрозом с деформацией бедренной кости IV степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп регистрировалась в 42% наблюдений (рис. 1).

Сравнительный клинический анализ показал, что степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп у больных коксартрозом с деформацией бедренной кости не коррелирует с клиническими проявлениями заболевания (использование ДСО, укорочение нижней конечности, объем движений).



Рис. 1. Частота регистрации различной степени декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп у больных коксартрозом с деформацией бедренной кости

Относительное укорочение левой нижней конечности было 3 см, анатомическое укорочение левого бедра – 1 см. У больной было ограничено сгибание и приведение левого бедра (сгибание до 45°, разгибание – полное, отведение – 5°). Пациентка предъявляла жалобы на значительные боли в тазобедренном суставе. На рентгенограммах были признаки левостороннего диспластического коксартроза III ст. с подвывихом головки бедренной кости III ст. по Crowe. Вальгусная деформация на уровне метафиза. Признаки латерализации большого вертела, признаки упора малого вертела и торца дистального отломка под нижний край впадины. Выраженный склероз в зоне ранее выполненной остеотомии (рис. 2).

Движения в левом тазобедренном суставе: сгибание – разгибание 145–180°, отведение – приведение 95–75°, внутренняя – наружная ротация 0–5°. Отмечалась значительная гипотрофия мышц левого бедра: окружность левого бедра в верхней трети меньше на 6 см, в средней трети на 5 см, чем справа. По данным динамометрии у больной была снижена сила мышц разгибателей и сгибателей

ке, асимметрия временных параметров цикла шага, сглажен демпферный провал (рис. 3).

При определении показаний к тактике оперативного лечения ведущее значение имеют данные R-графии – возможность установки стандартной ножки эндопротеза в деформированный канал бедренной кости. Если деформация бедренной кости во фронтальной и сагиттальной плоскостях исключает возможность корректной и стабильной имплантации компонента, то используются специальные бедренные компоненты или производится корригирующая остеотомия.

При патологии тазобедренного сустава существенную роль играют мышцы разгибатели бедра, которые участвуют в стабилизации таза в переднезаднем направлении. Недостаточность функции большой ягодичной мышцы проявляется при ходьбе чрезмерными колебаниями туловища относительно сагиттальной плоскости, увеличением поясничного лордоза вследствие наклона таза вперед, легкой сгибательной установкой нижних конечностей, выраженным болевым синдромом [1]. Слабая функция средней и малой

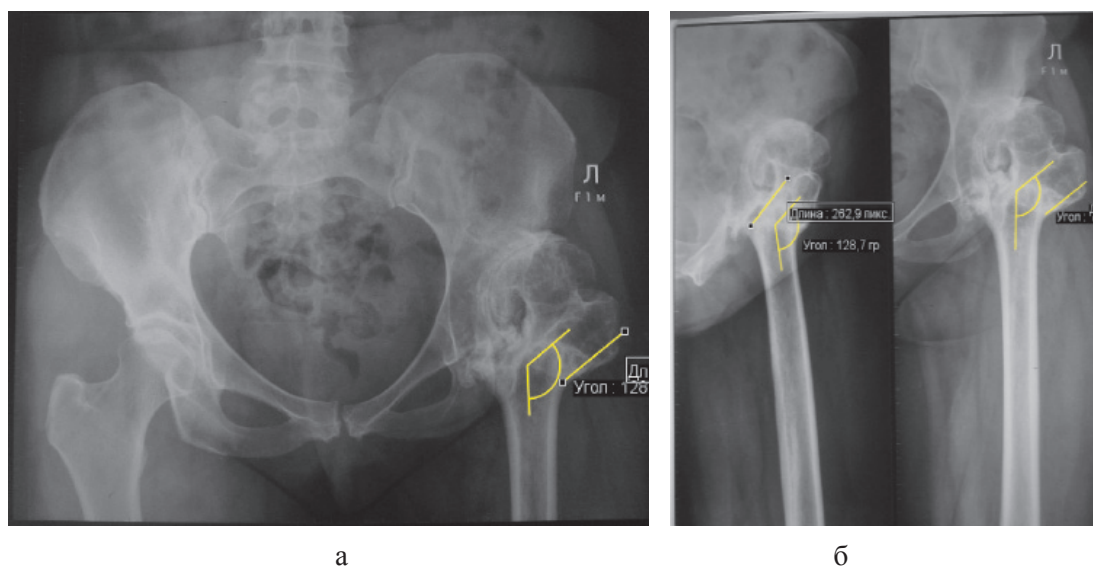


Рис. 2. Рентгенограммы таза (а) и левого тазобедренного сустава (б) больной К., 47 лет, с признаками левостороннего коксартроза III ст. и деформацией левого бедра перед эндопротезированием. Вальгусная деформация 55° на уровне метафиза с медиализацией дистального фрагмента

голень (на 64 и 67% ниже нормы соответственно), а также подошвенных сгибателей стопы (на 62% ниже нормы).

Пациентка ходила без ДСО, хромя на левую ногу и по данным подографии регистрировалась I степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп: асимметрия нагружения конечности в стати-

ягодичных мышц с соответствующим нарушением активного отведения бедра сопровождается регистрацией IV типа декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп [5, 2], что можно рассматривать как дополнительный критерий показания к глубокому обследованию функционального статуса мышц нижних конечностей.

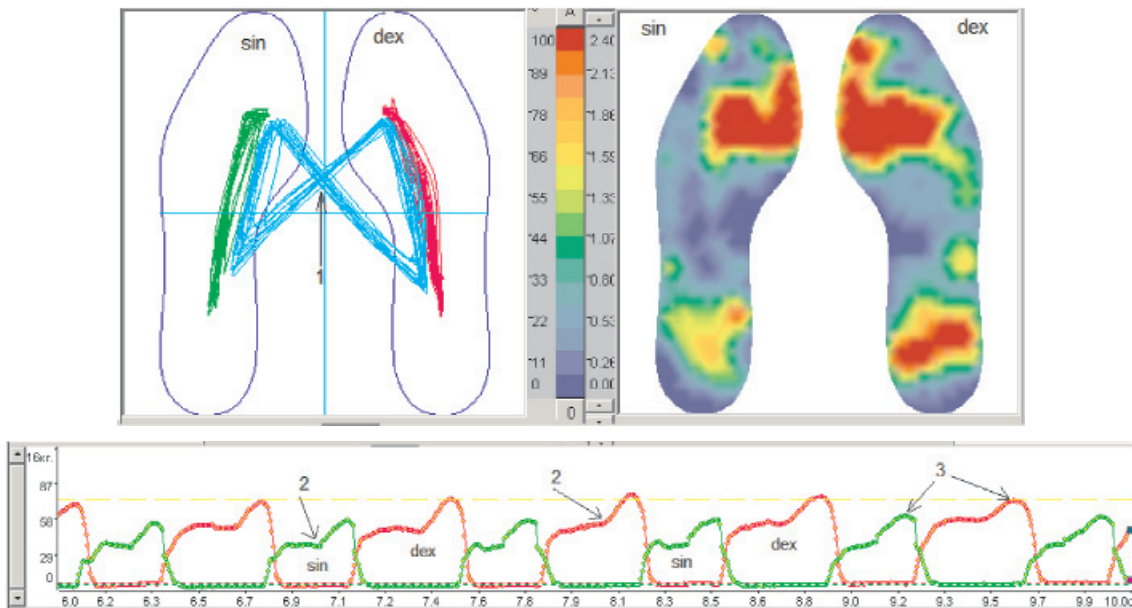


Рис. 3. Пример подограммы 65-й К., 47 лет. DS: Левосторонний коксартроз III ст. Укорочение левой нижней конечности 3 см. Ходьба без дополнительных средств опоры. Точка восьмеркообразного перекреста ОЦД при ходьбе (1) расположена по центру оси координат и смещена впереди. Имеется асимметрия ходьбы больше влево с равномерным нагружением правой, левой стопы. Асимметрия временных параметров цикла шага составляет 22%, силовых параметров цикла шага (3) – 20%. В статике асимметрия нагружения стоп 48,3% D > S, при ходьбе – 18,9%. Справа, слева – сглажен демпферный провал (2)

**Выводы**

Подография является дополнительным критерием в оценке тяжести заболевания и методикой скрининга для больных коксартрозом перед планируемой операцией эндопротезирования тазобедренных суставов.

У пациентов с коксартрозом с деформацией бедренной кости перед операцией реконструктивного эндопротезирования диагностически значимыми явились критерии подографии, отражающие выраженность болевого синдрома, ограничение опорной реакции конечностей за счет уменьшения разгибания в тазобедренном суставе и снижения рессорной функции нижних конечностей.

Степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп у больных коксартрозом с деформацией бедренной кости не коррелирует с объемом движений в суставе и величиной укорочения нижней конечности. Наименьшее количество компенсаторных элементов в локомоторных стереотипах опорных реакций стоп при ходьбе (I–II степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп) регистрируется у больных коксартрозом с большим углом деформации бедра и длинным проксимальным фрагментом. Наибольшее количество компенсаторных элементов (IV степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп) – регистрируется

у больных коксартрозом и сопутствующей дугообразной деформацией бедра без выраженной вершины.

Регистрация IV степени декомпенсации опорных реакций стоп является показанием для углубленного обследования функционального статуса мышц нижних конечностей (динамометрия, электромиография).

**Список литературы**

1. Витензон А.С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека. – М.: Центральный НИИ протезирования и протезостроения ООО «Зеркало-М», 1998. – 271 с.
2. Долганова Т.И., Тепленький М.П., Олейников Е.В. Приспособительные стереотипы опорных реакций стоп у больных с диспластическим коксартрозом // Гений ортопедии. – 2012. – № 4 – С. 67–73.
3. Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. – М.: Т.М. Андреева, 2007. – 640 с.
4. Смирнова Л.М. Программно-аппаратный комплекс для оценки анатомо-функциональных нарушений и эффективности ортезирования при патологии стопы // Медицинская техника. – 2009. – № 6. – С. 22–26.
5. Сократительная способность мышц бедра при биомеханических нарушениях условий их функционирования у пациентов с патологией тазобедренного сустава / Е.В. Олейников, Т.И. Долганова, Д.В. Долганов, М.П. Тепленький // Гений ортопедии. – 2012. – № 3. – С. 94–97.
6. Сравнительный анализ походки у больных со стабильным и нестабильным эндопротезами тазобедренных суставов / А.С. Тряпичников, О.К. Чегуров, Т.И. Долганова и др. // Врач-аспирант. – 2014. – № 1.3(62) – С. 446–452.
7. Behery O.A., Foucher K.S. Are Harris hip scores and gait mechanics related before and after THA? // Clin Orthop Relat Res. – 2014. – Vol. 472(11). – P. 3452–3461.
8. Rasch A., Dalen N., Berg H.E. Muscle strength, gait, and balance in 20 patients with hip osteoarthritis followed for 2 years after THA // Acta Orthop. – 2010. – Vol. 81(2). – P. 183–188.